

**APPARATUS FOR GENERATING AND CONDUCTING A FLUID FLOW, AND
METHOD OF MONITORING SAID APPARATUS**

**Johann Beller
Robert Zeller**

Priority Claim Under 35 USC 119(a)&(e)

The present application claims the benefit under 35 USC 119(a) from prior filed European Application No. 00 11 3614.2, filed June 28, 2000, and the benefit under 35 USC 119(e) of Provisional Application, No. 60/230,926, filed September 20, 2000, which is incorporated herein by reference.



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Blatt 2 der Besch inigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation

Anmeldung Nr.:
Application no.:
Demande n°: 00113614.2

Anmeldetag:
Date of filing: 28/06/00
Date de dépôt:

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
ENDRESS + HAUSER WETZER GmbH + Co. KG
87481 Nesselwang
GERMANY

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention:
Titre de l'invention:

Regelung der Fluidströmung in einer peristaltischen Pumpe

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:
State:
Pays:

Tag:
Date:
Date:

Aktenzeichen:
File no.
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:
F04B43/113, F04B49/06

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE/TR
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

Ursprünglicher Titel: Siehe Seite 1 der Beschreibung

**Vorrichtung zum Erzeugen und Führen einer Fluidströmung und
Verfahren zur Überwachung dieser Vorrichtung**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erzeugen und Führen einer Fluidströmung mit einer Verdrängerpumpe und
5 mit einer Meßanordnung sowie ein Verfahren zur Überwachung dieser Vorrichtung.

Verdrängerpumpen sind bekanntlich Pumpen, die betriebsmäßig eine diskontinuierliche, insb. pulsierende, Fluidströmung
10 im Lumen eines wenigstens abschnittsweisen, insb. elastisch, verformbaren Strömungsgefäßes, z.B. einem Schlauch, erzeugen. So ist in den DE-A 196 47 882, US-A 49 09 710, US-A 51 65 873, US-A 51 73 038, US-A 52 63 830, US-A 53 40 290, US-A 56 83 233, US-A 57 01 646, US-A 58 71
15 341, US-A 58 88 052, WO-A 97/41 353 und WO-A 98/31 935 jeweils eine Vorrichtung zum Erzeugen und Führen einer diskontinuierlichen Fluidströmung gezeigt, welche Vorrichtung eine Verdrängerpumpe mit mindestens einem dem Führen der Fluidströmung dienenden Strömungsgefäß von
20 verformbarem Lumen und mit einem Pumpantrieb zum Verformen des Lumens des Strömungsgefäßes umfaßt.

Im Betrieb der Verdrängerpumpe wirkt der Pumpantrieb abschnittsweise derart auf das Fluid führende
25 Strömungsgefäß ein, daß es in dessen Lumen temporär, insb. oszillierend, verformende und somit das Fluid gerichtet transportierende Verdrängerbewegungen versetzt wird. Bei den in US-A 49 09 710, US-A 51 73 038, US-A 53 40 290, US-A 57 01 646, US-A 58 71 341 und WO-A 97/41 353 beschriebenen

28.06.2000

Verdrängerpumpen werden jeweils peristaltische Verdrängerbewegungen durch eine am Strömungsgefäß anliegende, nicht-kreiszyllindrische Mantelfläche eines Pumpantriebes erzeugt, der um eine Drehachse rotiert, während in den US-A 51 65 873, US-A 52 63 830, US-A 56 83 233, US-A 38 88 052 sowie in der WO-A 98/31 935 die Verdrängerbewegungen durch lineare Schubbewegungen bewirkt werden, die ein Schubstößel umfassender Pumpantrieb gegen das Strömungsgefäß ausführt.

10

Als Antriebsmotor für den Pumpantrieb wird üblicherweise ein Elektromotor verwendet, der mittels einer Antriebswelle direkt mit dem Pumpantrieb mechanisch gekoppelt ist.

Antriebsmotor und Pumpantrieb können aber auch über ein Zahnrad- oder eine Treibriemengetriebe mechanisch aneinander gekoppelt sein. Des weiteren können z.B. auch eine Exzenter- oder eine Nockenscheibe oder ein Kurbelgetriebe als eine mechanische Kopplung zwischen dem Elektromotor und dem Pumpantrieb dienen, vgl. hierzu die DE-A 196 47 882, US-A 51 65 873, US-A 52 63 830, US-A 56 83 233 sowie US-A 58 88 052. Anstelle eines Elektromotors kann, wie z.B. in der WO-A 98/31 935 beschrieben, ein pneumatischer oder hydraulischer Kolbenmotor als Antriebsmotor zum Erzeugen linearer Stößel-Schubbewegungen verwendet werden.

Verdrängerpumpen der beschriebenen Art sind aufgrund einer im wesentlichen homogen ausgebildeten, glatten Innenwandung des Strömungsgefäßes sowie aufgrund des Fehlens von in der Fluidströmung rotierenden Antriebselementen besonders für solche Anwendungsfälle geeignet, bei denen an das Fluid führende Lumen des Strömungsgefäßes hohe chemisch und/oder

biologische Reinheitsanforderungen gestellt sind.

Verdrängerpumpen werden daher z.B. häufig in Probennehmern für chemisch-biologische Analysen, insb. im Trink- oder im Abwasserbereich, verwendet. So sind z.B. in der US-A 55 87 926 und US-A 57 01 646 entsprechende Probennehmer mit jeweils einer Verdrängerpumpe gezeigt.

Ein für den Betrieb derartiger Probennehmer, insb. für das Dosieren von Flüssigkeitsproben, wichtiger physikalischer Parameter ist ein tatsächlich gefördertes oder abdosiertes Flüssigkeitsvolumen. Zu dessen Bestimmung wird ein momentaner Volumendurchfluß der Flüssigkeitsströmung als ein Maß für ein je Zeiteinheit geförderte Flüssigkeitsvolumen ermittelt und über eine Förderzeit integriert.

Im stationären Betrieb der Verdrängerpumpe ist der Volumendurchfluß insb. von einer Geschwindigkeit der Verdrängerbewegungen abhängig. Über einen weiten Arbeitsbereich der Pumpe ist dieser Zusammenhang praktisch linear, d.h. der Volumendurchfluß ist proportional zur Geschwindigkeit der Verdrängerbewegungen und damit auch proportional zu einer eingestellten Oszillationsfrequenz des Lumens. Oftmals wird daher auch, insb. im stationären Betrieb der Verdrängerpumpe, für eine eingestellte Verdrängerbewegung ein mittlerer Volumendurchfluß der Berechnung des geförderten Fluidvolumens zu Grunde zu legen.

Die Verdrängerbewegung des Strömungsgefäßes und damit die Oszillationen dess n Lumens werden üblicherweise indirekt ermittelt. Dazu werden eine Antriebsbewegung des

Antriebsmotors, z.B. an dessen Antriebswelle, mittels elektrodynamischer oder optischer Drehzahlmesser erfaßt und in ein diese Antriebsbewegung repräsentierendes Antriebssignals abgebildet. In einer entsprechenden Auswerte-Elektronik wird das Antriebssignal in den Volumendurchfluß und/oder das geförderte Fluidvolumen repräsentierende Meßsignale umgewandelt.

Die Antriebsbewegung und somit auch die vom Antriebssignal abgeleiteten Meßsignale sind jedoch nur dann repräsentativ für den Volumendurchfluß, wenn einerseits das Strömungsgefäß in einer bekannten Weise, insb. vollständig, mit Flüssigkeit befüllt ist, und wenn andererseits zwischen dem Pumpantrieb und dem Antriebsmotor kein Schlupf auftritt. Letzteres ist z.B. bei einer Treibriemenverbindung oder bei einem auf die Antriebswelle lediglich aufgepreßten Pumpantrieb ohne weiteres möglich.

Die Art und Weise der Befüllung des Strömungsgefäß wiederum ist in einem hohen Maße von dessen momentaner Einbaulage, insb. von einer momentanen Ansaughöhe, abhängig. Diese kann zwar a priori, z.B. während einer Inbetriebnahme, festgestellt und als Einstellwert in der Auswerte-Elektronik ohne weiteres hinterlegt werden; bei, insb. mobil betriebenen, Probennehmern ist die Einbaulage jedoch in einem hohen Maße veränderlich, d.h. für jeden Einsatzfall neu zu ermitteln und ggf. abzuspeichern. Des weiteren kann sich die Einbaulage, insb. auch bei festinstallierten Probennehmern, z.B. dadurch ändern, daß der Flüssigkeitspegel an einer entsprechenden Flüssigkeits-Entnahmestelle betriebsbedingt mehr oder minder großen Schwankungen unterliegt.

Es hat sich ferner gezeigt, daß auch Materialeigenschaften des Strömungsgefäßes, wie z.B. dessen Dichtigkeit, dessen Elastizität oder eine Beschaffenheit der Innenwandung, über
5 die gesamte Betriebszeit gesehen dauerhaften Veränderungen unterliegen können. So können z.B. Ablagerungen an der Innenwandung zu abschnittsweise Querschnittsverengungen oder Verstopfungen des Strömungsgefäßes führen und müssen dementsprechend rechtzeitig erkannt oder ausgeschlossen
10 werden. Ferner können auch Beschädigungen des Strömungsgefäßes, wie z.B. Leckagen, eine Unbrauchbarkeit der Vorrichtung nach sich ziehen.

Zur Überwachung einer Verdrängerpumpe, insb. hinsichtlich
15 eines momentanen Betriebszustandes des Pumpantriebes und/oder des Strömungsgefäßes, sind daher zusätzliche Maßnahmen erforderlich, die einen oder mehrere der vorgenannten Parameter im Betrieb detektieren und die den Einfluß dieser Parameter auf den errechneten
20 Volumendurchfluß entsprechend kompensieren.

Eine Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, eine Vorrichtung mit einer Verdrängerpumpe und mit einer Meßanordnung anzugeben, die eine tatsächliche
25 Verdrängerbewegung des Strömungsgefäßes robust und zuverlässig erfaßt und ein diese repräsentierendes Meßsignal liefert, das insb. zum Erzeugen eines den momentanen Volumendurchfluß repräsentierenden Durchflußschätzwerts und/oder zum Erzeugen eines einen
30 momentanen Betriebszustand signalisierenden Statussignals geeignet ist.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, das der Überwachung einer derartigen Vorrichtung dienende Informationen liefert.

- 5 Zur Lösung der Aufgabe besteht die Erfindung in einer ersten Variante in einer Vorrichtung zum Erzeugen einer Fluidströmung, welche Vorrichtung umfaßt:
- eine Verdrängerpumpe
 - mit mindestens einem dem Führen eines Fluids dienenden
 - 10 Strömungsgefäß von verformbarem Lumen,
 - mit einem Pumpantrieb zum Erzeugen von das Lumen verformenden und die Fluidströmung bewirkenden Verdrängerbewegungen des Strömungsgefäßes, und
 - mit einem Trägermittel zum Haltern des Strömungsgefäßes
 - 15 sowie
 - eine auf die vom Strömungsgefäß ausgeführten Verdrängerbewegungen reagierende Meßanordnung
 - mit einem Drucksensor, der einen statischen ersten Druck im Fluid erfaßt und ein die Verdrängerbewegungen
 - 20 repräsentierendes Sensorsignal liefert und
 - mit einer Auswerte-Elektronik für das Sensorsignal.

- Nach einer zweiten Variante besteht die Erfindung in einer Vorrichtung zum Erzeugen einer Fluidströmung, welche
- 25 Vorrichtung umfaßt:
- eine Verdrängerpumpe
 - mit mindestens einem dem Führen eines Fluids dienenden Strömungsgefäß von verformbarem Lumen,
 - mit einem Pumpantrieb zum Erzeugen von das Lumen
 - 30 verformenden und die Fluidströmung bewirkenden Verdrängerbewegungen des Strömungsgefäßes, und
 - mit einem Trägermittel zum Haltern des Strömungsgefäßes,

- wobei das Strömungsgefäß im Betrieb vom Pumpantrieb temporär und abschnittsweise derart gegen das Trägermittel zusammengedrückt wird, daß dieses elastisch gedehnt wird, sowie
- 5 - eine auf die vom Strömungsgefäß ausgeführten Verdrängerbewegungen reagierende Meßanordnung
 - mit einem Dehnungssensor, der eine Dehnung des Trägermittels erfaßt und ein die vom Strömungsgefäß ausgeführten Verdrängerbewegungen repräsentierendes
 - 10 Sensorsignal liefert und
 - mit einer Auswerte-Elektronik für das Sensorsignal.
- Ferner besteht die Erfindung in einem Verfahren zum Überwachung einer dem Erzeugen einer Fluidströmung
- 15 dienenden Vorrichtung, die umfaßt:
 - eine Verdrängerpumpe
 - mit mindestens einem dem Führen eines Fluids dienenden Strömungsgefäß von verformbarem Lumen,
 - mit einem Pumpantrieb zum Erzeugen von das Lumen
 - 20 verformenden und die Fluidströmung bewirkenden Verdrängerbewegungen des Strömungsgefäßes,
 - mit einem Antriebsmotor für den Pumpantrieb und
 - mit einem Trägermittel zum Haltern des Strömungsgefäßes sowie
 - 25 - eine auf die vom Strömungsgefäß ausgeführten Verdrängerbewegungen reagierende Meßanordnung mit einem Drucksensor für einen statischen ersten Druck im Fluid, welches Verfahren folgende Schritte umfaßt:
 - Bewirken von Antriebsbewegungen des Antriebsmotor zum
 - 30 Erzeugen der Verdrängerbewegungen des Strömungsgefäßes,

- Erfassen des ersten Drucks mittels des Drucksensors zum Erzeugen eines die Verdrängerbewegungen momentan repräsentierendes Sensorsignals und
 - Erzeugen eines einen momentanen Betriebszustand der
- 5 Vorrichtung signalisierenden Statussignals mittels des Sensorsignals.

Des weiteren besteht die Erfindung in der Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem Probennehmer.

10 Nach einer bevorzugten ersten Ausgestaltung der ersten oder der zweiten Variante der Erfindung erzeugt die Auswerte-Elektronik mittels des Sensorsignals einen Durchflußschätzwert, der einen momentanen Volumendurchfluß

15 der Fluidströmung repräsentiert.

Nach einer bevorzugten zweiten Ausgestaltung der ersten oder der zweiten Variante der Erfindung erzeugt die Auswerte-Elektronik mittels des Sensorsignals ein erstes

20 Meßsignal erzeugt, das eine Frequenz der Verdrängerbewegungen repräsentiert.

Nach einer bevorzugten dritten Ausgestaltung der ersten oder der zweiten Variante der Erfindung erzeugt die

25 Auswerte-Elektronik mittels des Sensorsignals einen Volumenschätzwert erzeugt, der ein totalisiertes Fördervolumen repräsentiert.

Nach einer bevorzugten vierten Ausgestaltung der ersten

30 oder der zweiten Variante der Erfindung erzeugt die Auswerte-Elektronik mittels des Sensorsignals ein

Statussignal, das einen momentanen Betriebszustand der Verdrängerpumpe repräsentiert.

Nach einer bevorzugten fünften Ausgestaltung der ersten Variante der Erfindung ist der zweite Druck ein das Strömungsgefäß umgebender atmosphärischen Druck.

Nach einer bevorzugten sechsten Ausgestaltung der ersten Variante der Erfindung erzeugt die Auswerte-Elektronik mittels des Sensorsignals ein zweites Meßsignal, das eine Ansaughöhe der Vorrichtung repräsentiert.

Ein Grundgedanke der Erfindung ist es, die Verdrängerbewegung des Strömungsgefäßes bzw. die Oszillationen von dessen Lumen nicht anhand von deren Ursachen, nämlich den Antriebsbewegungen des Antriebsmotors, sondern anhand von deren Wirkungen in der Vorrichtung zu ermitteln. Die zu erfassenden Reaktionen der Vorrichtung auf die Verdrängerbewegungen sind z.B. ein sich ändernder Druck in der Fluidströmung und/oder eine, insb. elastische, partielle Verformung des Trägermittels der Verdrängerpumpe.

Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, daß der Volumendurchfluß unabhängig von der zwischen dem Antriebsmotor und dem Pumpantrieb bestehenden mechanischen Kopplung und praktisch mittels eines einzigen Sensorsignals ermittelt werden kann.

30

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist es, daß die Meßanordnung und somit auch das Verfahren sowohl bei

Vorrichtungen mit elektromotorisch angetriebenen Verdrängerpumpen als auch bei Vorrichtung mit hydraulisch oder pneumatisch angetriebenen Verdrängerpumpen eingesetzt werden kann.

5

Ein anderer Vorteil der Erfindung ist ferner darin zu sehen, das auch bereits bestehende Vorrichtungen der beschriebenen Art ohne weiteres mit einer derartigen Meßanordnung nachgerüstet werden können.

10

Die Erfindung und weitere Vorteile werden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind; gleiche Teile sind in den
15 Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen. Falls es der Übersichtlichkeit dienlich ist, wird auf die Darstellung bereits vergebener Bezugszeichen in nachfolgenden Figuren verzichtet.

20 Fig. 1 zeigt schematisch die Verwendung einer Vorrichtung zum Transportieren eines Fluids in einem Probennehmer,

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer
25 Verdrängerpumpe der Vorrichtung gemäß Fig. 1 in einer Vorderansicht,

Fig. 3 zeigt die Verdrängerpumpe gemäß Fig. 2 teilweise geschnitten in einer um eine Längsachse I-I der
30 Fig. 2 gedrehten Seitenansicht,

- Fig. 4 zeigt schematisch eine erste Wirkung der Verdrängerpumpe gemäß Fig. 2 sowie eine auf diese erste Wirkung reagierende Meßanordnung,
- 5 Fig. 5 zeigt schematisch anhand eines Ausschnitts der Seitenansicht von der Fig. 3 eine zweite Wirkung der Verdrängerpumpe sowie eine auf diese zweite Wirkung reagierende Meßanordnung,
- 10 Fig. 6 zeigt schematisch im Blockschaltbild eine Ausgestaltung einer Auswerte-Elektronik der Meßanordnung von Fig. 4 und/oder 5,
- Fig. 7 zeigt schematisch im Blockschaltbild eine andere Ausgestaltung der Auswerte-Elektronik der Meßanordnung von Fig. 1 und
- 15 Fig. 8 zeigt zeitliche Verläufe von mittels der Meßanordnung erzeugten Signalen.
- 20 In der Fig. 1 ist eine Vorrichtung zum Transportieren eines Fluids, insb. einer Flüssigkeit, mittels einer Verdrängerpumpe 1 dargestellt. Die Vorrichtung ist in besonders vorteilhafter Weise für eine Verwendung in der
- 25 Entnahme und ggf. dem Speichern von Flüssigkeiten dienenden Probennehmer PN geeignet.

Die Verdrängerpumpe 1 umfaßt in einem Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 2, 3 ein, insb. als Pumpen-Gehäuse

30 ausgebildetes, Trägermittel 11, einen von diesem gehaltenen, insb. als Verdränger ausgebildeten, Pumpantrieb 12 sowie ein Strömungsgefäß 13 von

veränderbarem Lumen 13A, insb. von wenigstens
abschnittsweise veränderbarem Querschnitt, zum Führen des
Fluids. Als Strömungsgefäß 13 können alle in derartigen
Verdrängerpumpen üblichen, z.B. aus Polyethylen oder
5 Silikon bestehenden, elastischen Schläuche verwendet
werden. Das Strömungsgefäß 13 kann dabei sowohl einteilig
als auch als mehrteilig ausgeführt sein.

Im Betrieb der Vorrichtung wird das Strömungsgefäß 13
10 mittels des Pumpantriebs 12 derart in eine, insb.
peristaltische, Verdrängerbewegung s_{13} von vorgegebbarer
Frequenz, z.B. in einem Bereich von 10 Hz bis 20 Hz,
versetzt, daß das in dessen oszillierenden Lumen 13A
befindliche Fluid, insb. pulsierend, in einer vorgegebenen
15 Durchflußrichtung strömt. Bei der Vorrichtung gemäß dem
Ausführungsbeispiel ist die Verdrängerbewegung praktisch
eine Wellenbewegung einer Wandung des Strömungsgefäßes 13
und somit des von dieser umschlossenen Lumens 13A, wobei
eine Laufgeschwindigkeit der Wellenbewegung den
20 Volumendurchfluß einstellt, vgl. Fig. 4.

Zum Erzeugen der Verdrängerbewegung s_{13} wirkt der
Pumpantrieb 12, wie in Fig. 4 schematisch dargestellt, mit
einer zeitlich und örtlich, insb. periodisch,
25 veränderlichen Kompressionskraft F auf das Strömungsgefäß
13 ein, und zwar so, daß innerhalb eines pumpwirksamen
Kompressionsbereichs das Strömungsgefäß 13 und somit dessen
Lumen 13A fluidverdrängend, insb. elastisch, verformt
werden. Dies wird bei der Verdrängerpumpe 1 des
30 Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 2, 3 dadurch bewirkt, daß
der Pumpantrieb 12 mit nicht-kreisförmigen Querschnitt auf
dem Strömungsgefäß 13 abrollen gelassen und somit das

Strömungsgefäß 13, sich gegen das Trägermittel 11
abstützend, periodisch zusammengedrückt und entspannen
gelassen wird. Gemäß Fig. 2 liegt der Pumpantrieb 12 dazu
abschnittsweise am ebenfalls vom Trägermittel 11
5 gehaltenen Strömungsgefäß 13 an.

Der Pumpantrieb 12 ist im Ausführungsbeispiel als ein
trommel- oder scheibenförmiger Verdränger von nicht-
kreisförmigem Querschnitt, also als ein Verdränger mit
10 einer nicht-kreiszyklindrischer Mantelfläche, ausgebildet.
Dazu weist der Verdränger, hier vier, voneinander
beabstandete, insb. drehbar gehalterte, rollenförmige
Wälzelemente auf, die im Betrieb der Verdrängerpumpe 1
entsprechend einer eingestellten Drehrichtung des
15 Pumpantriebs 12 sequentiell auf das Strömungsgefäß 13
einwirkt. Als Pumpantrieb 12 können aber auch alle anderen
in derartige Pumpen üblicherweise verwendeten Verdränger
mit nicht-kreisförmigem Querschnitt oder aber auch
rotatorische Pumpantriebe mit exzentrisch gelagertem
20 Wälzelement dienen, vgl. die US-A 51 73 038, US-A 56 83
233, US-A 57 01 646, US-A 58 71 341, US-A 58 71 341 und WO-
A 97/41 353. Anstelle rotatorischer Pumpantriebe können
auch lineare Pumpantriebe verwendet werden, die z.B.
mittels Schubstößeln oder schraubenförmig gewundenen
25 Verdränger realisiert sind, vgl. die US-A 49 09 710, US-A
51 65 873, US-A 58 88 052 und US-A 52 63 830.

Der Pumpantrieb 12 ist, wie bei Verdrängerpumpen mit
rotatorischem Pumpantrieb üblich, mit einer Antriebswelle
30 15 eines, insb. elektrischen, Antriebsmotors 14, z.B. über
ein Getriebe oder eine Treibriemen-Verbindung, mechanisch
gekoppelt; er kann aber auch direkt auf die Antriebswelle

15 aufgesteckt sein. Im Betrieb führt der Antriebsmotor 14
entsprechende Antriebsbewegungen von vorgegebener
Geschwindigkeit aus - hier Drehbewegungen mit einer zur
Frequenz der Verdrängerbewegungen s_{13} proportionalen, insb.
5 einstellbaren, Motor-Drehzahl von z.B. 200 min^{-1} bis 3000
 min^{-1} , die über die Antriebswelle 15, ggf. mittels Getriebe
untersetzt, auf den Pumpantrieb 12 übertragen werden. Für
den Fall, daß der Pumpantrieb 12 als linearer Pumpantrieb
12 ausgeführt ist, kann er auch mittels eines hydraulischen
10 oder mittels eines pneumatischen Motors angetrieben sein,
vgl. WO-A 98/31 935.

Zum Aufnehmen von Flüssigkeit im Betrieb der Vorrichtung,
kommuniziert das Strömungsgefäß 13 mit einem einlaßseitigen
15 Ende mit einer entsprechenden Flüssigkeits-Entnahmestelle.
Wie in der Fig. 1 schematisch dargestellt, kann das
Aufnehmen von Flüssigkeit dadurch erfolgen, daß das
Strömungsgefäß 13 in die, z.B. in einem offenen Gerinne
oder Becken geführte, Flüssigkeit eingetaucht und diese
20 aufgrund des in der oben beschriebene Weise oszillierenden
Lumens 13A entgegen der Schwerkraft angesaugt wird; die
Flüssigkeit kann aber auch von einer geeigneten
Flüssigkeits-Entnahmestelle aus in Richtung der Schwerkraft
und/oder aus einer Rohrleitung einströmen gelassen werden.

25
Ferner umfaßt die Vorrichtung eine auf die vom
Strömungsgefäß 13 ausgeführten Verdrängerbewegungen s_{13}
reagierende Meßanordnung 2 mit einer Auswerte-Elektronik
22, der ein die Verdrängerbewegungen s_{13} repräsentierendes
30 Sensorsignal x_{21} zugeführt ist.

Zum Erzeugen des Sensorsignals x_{21} umfaßt die Meßanordnung 2 in einer ersten Variante der Erfindung dazu einen das Fluid berührenden, insb. kapazitiver oder resistiven, Drucksensor 21', der, wie in der Fig. 4 schematisch dargestellt, auf einen momentan im Fluid wirkenden, insb. statischen, ersten Druck p_1 im Lumen 13A reagiert. Dazu weist der Drucksensor 21 mindestens eine mittels wenigstens einer Druckmembran gegen das Lumen 13A isolierte und im Betrieb über diese wenigstens eine Druckmembran mit dem Druck p_1 beaufschlagte Druckmeßkammer auf.

Bei dem zu erfassenden Druck p_1 handelt es sich praktisch um einen mittels der Verdrängerpumpe 1 in einem einlaßseitigen Bereich des Strömungsgefäßes 13 eingestellten momentanen Innendruck, der sich in einer kalibrierbaren Abhängigkeit von einem momentanen Betriebszustand der Vorrichtung, z.B. der momentanen Einbaulage und/oder Befüllung des Strömungsgefäßes sowie und/oder der momentanen Frequenz der Verdrängerbewegungen s_{13} , einstellt. Im Betrieb der Verdrängerpumpe 1 ist Druck p_1 zumindest zeitweise, insb. auch bei nicht mit Flüssigkeit gefülltem Strömungsgefäß 13, auf einen Bereich von 200 hPa bis 400 hPa (0,2 bar bis 0,4 bar) und damit niedriger als ein von außen auf das Strömungsgefäß 13 wirkender statischer zweiter Druck p_2 eingestellt. Der Druck p_2 kann z.B. ein atmosphärischer Luftdruck von ca. 1000 hPa sein.

Bei dieser Variante der Erfindung dient die Meßanordnung 2 insb. dazu, den Druck p_1 auch dann zu erfassen und in das Sensorsignal x_{21} abzubilden, wenn der Druck p_1 momentan niedriger als der Druck p_2 eingestellt ist. Dazu kann der

Drucksensor 21' sowohl als ein den Druck p_1 absolut erfassender Drucksensor mit evakuierter Druckmeßkammer als auch den Druck p_1 relativ zum Druck p_2 erfassender Drucksensor ausgeführt sein. Zum Haltern des Drucksensor 5 21' ist ein Abschnitt des Strömungsgefäßes 13, wie in Fig. 4 schematisch dargestellt, bevorzugt als ein Adapter ausgebildet.

Nach einer zweiten Variante der Erfindung umfaßt die 10 Meßanordnung 2 einen, insb. direkt auf dem Trägermittel 11 fixierter piezo-resistiver, Dehnungssensor 21'', der, wie in der Fig. 5 schematisch dargestellt, eine von den Verdrängerbewegungen s_{13} des Strömungsgefäßes 13 bewirkte Dehnung des Trägermittels 11 erfaßt und in das Sensorsignal 15 x_{21} wandelt. Als Dehnungssensor 21'' kann ferner auch ein die Dehnung relativ oder absolut erfassender Weg-, Geschwindigkeits- oder Beschleunigungssensor dienen.

Aufgrund des Zusammendrückens des Strömungsgefäßes 13 gegen 20 das Trägermittel 11, wird die auf das Strömungsgefäß 13 wirkende Kompressionskraft F des Pumpantriebs 12 teilweise in eine auf das Trägermittel 11 einwirkende Druckfederkraft umgewandelt, wodurch auch das Trägermittel 11 abschnittsweise, insb. elastisch, verformt wird. Dies ist 25 in der Fig. 5 mittels der punktierten Linien schematisch dargestellt. Dabei erfährt das Trägermittel 11 eine meßbare Dehnung, deren Ausmaß insb. vom momentanen Druck p_1 im Lumen 13A des Strömungsgefäßes 13 mitbestimmt ist. Ferner ist die Druckfederkraft und somit auch die Dehnung des 30 Trägermittels 11 z.B. auch vom Material, insb. von dessen Elastizitäts-Modul, und/oder einer momentanen Raumform des Strömungsgefäß 13 abhängig.

Dieser Abhängigkeit der Verformung des Trägermittels 11 ist mittels entsprechender Kalibriermessungen genau zu ermitteln, bei dem das Strömungsgefäß 13 z.B. nacheinander definiert mit entsprechenden Flüssigkeiten befüllt oder leer gelassen ist und ein entsprechender momentaner Signalwert des Sensorsignals x_{21} als Referenzwert für die momentane Befüllung in der Auswerte-Elektronik 22 abgespeichert wird.

10

Das gemäß der ersten Variante der Erfindung mittels des Drucksensors 21' erzeugte Sensorsignal x_{21} kann in vorteilhafter Weise dazu verwendet werden, einen den Volumendurchfluß momentan repräsentierenden

Durchflußschätzwert X_v und/oder einen das totalisierte Fördervolumen, also den über eine Förderdauer integrierten Volumendurchfluß, repräsentierenden Volumenschätzwert zu ermitteln.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung der ersten Variante der Erfindung umfaßt die Auswerte-Elektronik 22 dazu, wie in Fig. 6 dargestellt, eine einen Signalanteil des Sensorsignals x_{21} , insb. mit der Frequenz der Verdrängerbewegung s_{13} , übertragende Bandpaß-Schaltung 220 von einstellbarer Bandbreite und einen ausgangsseite der Bandpaß-Schaltung 220 nachgeschaltete Frequenzzähler-Schaltung 221. Als Bandpaß-Schaltung 220 können z.B. dem Fachmann bekannte Switched-Capacitor-Filter und/oder spannungsgesteuerte Aktivfilter dienen.

30

Mittels der Bandpaß-Schaltung 220 und der Frequenzzähler-Schaltung 221 wird das Sensorsignal x_{21} in ein, insb.

digitales, erstes Meßsignal x_{221} umgeformt, wobei ein momentaner Signalwert X_0 des Meßsignals x_{221} die Frequenz der Verdrängerbewegung s_{11} der Verdrängerbewegungen s_{13} repräsentiert.

5

Die Bandpaß-Schaltung 220 dient insb. dem Entfernen von Gleichanteilen des Sensorsignals x_{21} sowie zur Unterdrückung von höherfrequenten Störspannungen. Die Bandbreite der Bandpaß-Schaltung 220 ist dementsprechend so
10 eingestellt, daß allfällige Änderungen der Frequenz der Verdrängerbewegung s_{13} , z.B. aufgrund von lastbedingten Schwankungen der Motor-Drehzahl, nicht zu einer Blockierung des Sensorsignals x_{21} führen. Für den Fall, das diese Frequenz sich betriebsmäßig in einem weiten Bereich, von
15 z.B. $\pm 5 \text{ s}^{-1}$, ändert, kann die Bandbreite der insb. als Switched-Capacitor-Schaltung konfigurierten Bandpaß-Schaltung 220 auch, z.B. mittels eines von der Auswerte-Elektronik 22 generierten, momentanen Einstellwerts für die Motor-Drehzahl, nachgeführt werden. Der Einstellwert kann
20 hierzu z.B. von einem in der oben erwähnten Weise am Antriebsmotor direkt abgegriffenen Antriebssignal abgeleitet werden.

Für eine Vorrichtung der beschriebenen Art ist der
25 Volumendurchfluß einer transportierten Flüssigkeit von der konkreten Realsierung der Verdrängerpumpe 1, nämlich der Ausführung des Pumpantriebs 12 und des Strömungsgefäßes 13, sowie von der Frequenz der Verdrängerbewegungen s_{13} abhängig.

30

Neben der jeweiligen Ausprägung der Verdrängerbewegung s_{13} wird der momentane Volumendurchfluß ferner auch von einer

durch einen momentanen räumlichen Abstand zwischen der Verdrängerpumpe und einem Flüssigkeitspegel festgelegten Ansaughöhe mitbestimmt. Bei einer fest installierten Vorrichtung, z.B. bei Verwendung der Vorrichtung in einem 5 ortsfesten Probennehmer PN, und einem praktisch unveränderlichen Flüssigkeitspegel ist diese Ansaughöhe bei der Inbetriebnahme der Vorrichtung entsprechend zu ermitteln und als ein Festwert K_h in der Auswerte-Elektronik 22 zu speichern. Für den Durchflußschätzwert X_v 10 gilt dann, insb. bei stationär strömender Flüssigkeit, in guter Näherung folgende einfache, durch eine entsprechende Kalibriermessungen ohne weiteres zu verifizierende Proportionalität:

$$15 \quad X_v = K_1 \cdot K_h \cdot X_w \quad (1).$$

Darin sind K_1 eine die Abhängigkeit des Volumendurchflusses von der Frequenz der Verdrängerbewegung s_{13} und von der momentanen Ansaughöhe vermittelnde, insb. durch 20 Kalibration zu bestimmende, Konstante. Falls erforderlich, kann der Durchflußschätzwert X_v selbstverständlich auch mittels eines Polynoms höherer Ordnung approximiert werden.

Somit kann für den Fall eines stationären Betriebs der 25 Vorrichtung der Durchflußschätzwert X_v in vorteilhafter Weise vom Meßsignal x_{221} praktisch direkt abgeleitet werden. Bei der Verdrängerpumpe 1 gemäß dem in der Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Volumendurchfluß praktisch proportional zu einem Vierfachen der Frequenz der 30 Verdrängerbewegung s_{13} . Zur Ermittlung des Volumenschätzwerts ist der Durchflußschätzwert X_v in entsprechender Weise lediglich über die Förderdauer zu

integrieren, z.B. durch Multiplikation mit derselben oder durch Multiplikation mit einer Anzahl gemessener Nulldurchgänge des bandpaß-gefilterten Sensorsignals ausgangs der Bandpaß-Schaltung 220.

5

Bei einer veränderlichen Einbaulage des Strömungsgefäßes 13, z.B. bei der Verwendung der Vorrichtung in einem mobilen Probennehmer PN, und/oder bei schwankendem Flüssigkeitspegel ist die momentane Ansaughöhe für eine genauere Ermittlung des Durchflußschätzwerts X_v jedoch entsprechend zu aktualisieren.

10

Daher wird nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der ersten Variante der Erfindung vom Sensorsignal x_{21} ein zweites Meßsignal x_{222} abgeleitet, wobei ein momentaner Signalwert X_h des Meßsignals x_{222} die Ansaughöhe momentan repräsentiert. In Gl. (1) ist daher lediglich der Festwert K_h durch den Signalwert X_h des Meßsignals x_{222} zu ersetzen, so daß nunmehr für den Durchflußschätzwert X_v gilt:

15

20

$$X_v = K_1 \cdot X_h \cdot X_w \quad (2).$$

Zum Erzeugen des Meßsignals x_{222} wird das Sensorsignal x_{21} gemäß Fig. 6 mittels einer Tiefpaß-Schaltung 222 der

25

Auswerte-Elektronik 22 geglättet. Die Tiefpaß-Schaltung 222 weist dabei eine Grenzfrequenz, von z.B. 0,5 Hz bis 2 Hz, auf, die viel kleiner als die Frequenz der Verdrängerbewegung s_{13} eingestellt ist. Somit wird vom Sensorsignal x_{21} praktisch nur ein als Meßsignal x_{222} dienender Signalanteil mit einer Frequenz null, also ein momentaner Mittelwert des Sensorsignals x_{21} von der Tiefpaß-Schaltung 222 passieren gelassen. Ein momentan übertragener

30

- Mittelwert des Sensorsignals x_{21} dient hierbei als in die momentane Ansaughöhe repräsentierender Meßwert X_h . Mit zunehmender Ansaughöhe, z.B. bei fallendem Flüssigkeitspegel, würde der mittels des Sensors 21 erfaßte
- 5 Druck p_1 absinken und das Sensorsignal x_{21} einen dementsprechend niedriger werdenden Mittelwert aufweisen; analog dazu weist das Sensorsignal x_{21} bei abnehmender Ansaughöhe einen größer werdenden Mittelwert auf.
- 10 Nach einer anderen Ausgestaltung der ersten Variante der Erfindung dient die Auswerte-Elektronik 22 dazu, vom Sensorsignal x_{21} ein einen Befüllungsgrad des Strömungsgefäßes 13 mit Flüssigkeit repräsentierendes
- 15 drittes Meßsignal x_{223} abzuleiten. Dazu ist das Sensorsignal x_{21} gemäß Fig. 6 via Bandpaß-Schaltung 220 einer Gleichrichter-Schaltung 223 zugeführt, die ausgangsseitig eine das Meßsignal x_{223} in Form von einer Gleichspannung liefert, wobei ein momentaner Signalwert des Meßsignals x_{223} als Schätzung für den momentanen Befüllungsgrad dient; falls
- 20 erforderlich kann selbstverständlich auch ein entsprechender Gleichstrom als Meßsignal x_{223} dienen. Als Gleichrichter-Schaltung 223 können z.B. dem Fachmann bekannte amplituden-messende oder effektivwert-messende Wechsel-zu-Gleichsignal-Wandler verwendet werden.
- 25 Zur Realisierung der Gln. (1) und/oder (2) umfaßt die Auswerte-Elektronik 22 ferner einen Mikrocomputer 227, dem das Meßsignal x_{221} und/oder das Meßsignal x_{223} und ggf. das Meßsignal x_{222} eingangsseitig über entsprechende analog-zu-
- 30 digital wandelnde Signal-Ports zugeführt ist; falls erforderlich können selbstverständlich auch die Frequenzzähler-Schaltung 221 und/oder die Gleichrichter-

Schaltung 223 als Digitalschaltung dargestellt werden, denen dann selbstverständlich ein Ausgang der Bandpaß-Schaltung 220 entsprechend digitalisiertes Sensorsignal zugeführt wird.

5

Das mittels des Drucksensors 21' gemäß der ersten und/oder gemäß der zweiten Variante der Erfindung erzeugte Sensorsignal x_{21} kann in vorteilhafter Weise auch dazu verwendet werden, mittels der Auswerte-Elektronik 22 ein, insb. digitales, Statussignal Z zu erzeugen, das einen momentanen Betriebszustand der Verdrängerpumpe 1 signalisiert.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung der ersten oder der zweiten Variante der Erfindung weist die Auswerte-Elektronik 22 daher, wie in Fig. 7 schematisch dargestellt, einen ersten Schmitt-Trigger 224 auf, der das Meßsignal x_{221} Ausgangs der Frequenzzähler-Schaltung 221 in ein binäres erstes Überwachungssignal x_{221}' umwandelt. Dazu wird das Meßsignal x_{221} mit einem Frequenz-Referenzwert des Schmitt-Triggers 224 verglichen, der so eingestellt ist, daß das Überwachungssignal x_{221}' einen High-Pegel annimmt, wenn die Frequenz der Verdrängerbewegung s_{13} größer oder gleich einer im stationären Betrieb der Verdrängerpumpe 1 sich minimal einstellenden Frequenz ist. Der Frequenz-Referenzwert während der Inbetriebnahme für die Verdrängerpumpe 1 ermittelt und eingestellt werden, die dazu z.B. mit einer im Betrieb maximal zu erwartenden Last beaufschlagt ist.

30

Nach einer anderen bevorzugten Ausgestaltung der ersten Variante der Erfindung wird der via Tiefpas-Schaltung 222

momentan übertragene Mittelwert des Sensorsignals x_{21} gemäß Fig. 7 einem zweiten Schmitt-Trigger 225 der Auswerte-Elektronik 22 eingangseitig angelegt. Ausgangs des Schmitt-Triggers 225 ist ein binäres zweites Überwachungssignal x_{222}' der Auswerte-Elektronik 22 abgreifbar. Das Überwachungssignal x_{222}' dient dazu, zu signalisieren, ob der Druck p_1 einen am Schmitt-Trigger 225 eingestellten Druck-Referenzwert unterschreitet oder nicht. Dem entsprechend ist der Druck-Referenzwert so eingestellt, daß das Überwachungssignal x_{222}' einen High-Pegel annimmt, wenn der Druck p_1 kleiner oder gleich Druckwert ist, der sich im Betrieb der Verdrängerpumpe 1 innerhalb eines intakten und in der oben beschriebenen Weise mit der Flüssigkeits-Entnamstelle kommunizierendem Strömungsgefäß 13 höchstens einstellt; anderenfalls nimmt das Überwachungssignal x_{222}' einen Low-Pegel an.

Nach einer anderen bevorzugten Weiterbildung der ersten oder zweiten Variante der Erfindung umfaßt die Auswerte-Elektronik 22, wie in Fig. 7 dargestellt, einen dritten Schmitt-Trigger 226, dem eingangs das Meßsignal x_{223} angelegt ist. Ein entsprechender Befüllungs-Referenzwert des Schmitt-Triggers 226 ist hier so eingestellt, daß ein ausgangsseite geliefertes binäres drittes Überwachungssignal x_{223}' einen High-Pegel annimmt, wenn daß Strömungsgefäß 13 mindestens mit einem vorgegebenen Minimalvolumen der zu fördernden Flüssigkeit gefüllt ist; anderenfalls, insb. bei einer erhöhten Luftblasenbildung im Fluid, weist das Überwachungssignal einen Low-Pegel auf. Der einzustellende Befüllungs-Referenzwert kann z.B. mittels einer entsprechende Kalibriermessung ermittelt und während der Inbetriebnahme eingestellt werden.

- Das Überwachungssignal x_{221}' , das Überwachungssignal x_{222}' und/oder das Überwachungssignal x_{223}' ist, falls erforderlich via Analog-zu-Digital-Wandler, dem
- 5 Mikrocomputer 227 der Auswerte-Elektronik 22 zugeführt. Ausgangsseits des Mikrocomputers 227 kann das Statussignal Z via Ausgabe-Port sequentiell oder parallel, z.B. an eine dem Visualisieren des momentanen Betriebszustandes dienende Anzeige-Einheit der Vorrichtung, ausgegeben werden. Das
- 10 Statussignal Z kann ferner einer Steuer-Elektronik für die Verdrängerpumpe angelegt sein, die z.B. bei einem mittels der Meßanordnung 2' detektierten Fehler der Vorrichtung die Verdrängerpumpe 1 abschaltet. Falls erforderlich, kann das Überwachungssignal x_{221}' , das Überwachungssignal x_{222}'
- 15 und/oder das Überwachungssignal x_{223}' auch vom Meßsignal x_{221} , vom Meßsignal x_{222} bzw. vom Meßsignal x_{223} mittels in den Mikrocomputer 227 implementierten Triggerfunktionen abgeleitet werden.
- 20 Mittels des Mikrocomputers 227 ist ferner bevorzugt eine getriggerte Start-Funktion realisiert, die dazu dient, das Überwachungssignal x_{221}' , das Überwachungssignal x_{222}' und/oder das Überwachungssignal x_{223}' erst nach dem Einschalten der Verdrängerpumpe 1, und zwar nach dem Ablauf
- 25 einer eingestellten, einer Anlaufdauer entsprechenden Zeitvorgabe, auszuwerten.
- Zum Triggern der Start-Funktion dient ein viertes Überwachungssignal y_{14} der Vorrichtung, das eine im Betrieb
- 30 in die Verdrängerpumpe 1 eingespeiste, insb. elektrisch, Antriebsenergie E signalisiert. Überwachungssignal y_{14} kann z.B. ein binäres Schaltsignal sein, das mit einem High-

Pegel signalisiert, daß die Verdrängerpumpe 1 eingeschaltet ist und das mit einem Low-Pegel signalisiert, daß die Verdrängerpumpe 1 ausgeschaltet ist. Als Überwachungssignal y_{14} kann aber auch ein Meßsignal dienen, das z.B. einen momentan in die Verdrängerpumpe 1 eingespeisten Strom repräsentiert. Ferner kann das Einstellsignal y_{14} auch von vorgenanntem Antriebssignal, z.B. mittels amplituden-messender oder effektivwert-messender Wechsel-zu-Gleichsignal-Wandler, abgeleitet sein.

10

Die Zeitvorgabe für die Start-Funktion ist so eingestellt, daß sich die Verdrängerpumpe 1 nach dem Einschalten sicher im stationären Betrieb befindet, für den Fall, daß keine Störung vorliegt. Die Anlaufdauer bis zum Erreichen des stationären Betrieb ist wiederum durch entsprechende Kalibriermessungen zu ermitteln und in die Zeitvorgabe umzuwandeln. In der Fig. 8 ist dazu beispielhaft ein Verlauf des Sensorsignals x_{21} und ein dementsprechender Verlauf des Meßsignals x_{221} während eines Übergangs in den stationären Betrieb dargestellt.

15

20

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung der ersten Variante der Erfindung ist im Mikrocomputer 227 ferner eine mittels der Start-Funktion aktivierte erste Logik-Funktion implementiert, die einen ersten Signalwert für das Statussignal Z einstellt, wenn das Überwachungssignal x_{222} einen High-Pegel und das Überwachungssignal x_{223} gleichzeitig einen Low-Pegel aufweist. Für diesen Fall kann das Statussignal Z z.B. ein verstopftes Strömungsgefäß 13 signalisieren.

25

30

Nach einer anderen bevorzugten Ausgestaltung der ersten und/oder der zweiten Variante der Erfindung ist im Mikrocomputer 227 eine mittels der Start-Funktion aktivierte zweite Logik-Funktion implementiert, die einen
5 zweiten Signalwert für das Statussignal Z einstellt, wenn das Überwachungssignal x_{221} einen High-Pegel und das Überwachungssignal x_{222} gleichzeitig einen Low-Pegel aufweist. Für diesen Fall kann das Statussignal Z z.B. nicht in die Flüssigkeit eingetauchtes Strömungsgefäß 13
10 und/oder ein ganz oder teilweise mit Luft befülltes, undichtetes Strömungsgefäß 13 signalisieren. Dieser zweite Signalwert für das Statussignal Z kann z.B. auch dadurch erzeugt werden, daß das Meßsignal x_{221} oder das Meßsignal x_{222} mittels zweier verschieden hoch eingestellten Trigger-
15 Schwellen jeweils mit zwei voneinander verschiedenen Signal-Referenzwerten verglichen werden, wobei die niedrigere der beiden Trigger-Schwellen vom Meßsignal x_{221} bzw. x_{222} überschritten ist, während der höhere der beiden Trigger-Schwellen nicht erreicht wird.

20

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung der zweiten Variante der Erfindung, bei der das Sensorsignal x_2 in der vorbeschriebenen Weise die Verformungen des Trägermittels 11 signalisiert, ist im Mikrocomputer 227 eine mittels der
25 Start-Funktion aktivierte dritte Logik-Funktion implementiert, die einen dritten Signalwert für das Statussignal Z einstellt, wenn das Überwachungssignal x_{221} einen Low-Pegel und das Überwachungssignal y_{14} gleichzeitig einen High-Pegel aufweist. Für diesen Fall kann das
30 Statussignal Z z.B. einen fehlerhaften Pumpantrieb 12 signalisieren.

- Es hat sich ferner gezeigt, daß das Trägermittel 11 auch bei stillstehendem Pumpantrieb 12 aufgrund einer vom sich abstützenden Strömungsgefäß 13 bewirkten mechanische Vorspannung bereits eine geringe elastische Verformung aufweist, die sich meßbar von einer Grundform des
- 5 Trägermittels 11 bei nicht eingebautem Pumpantrieb 12 und/oder Strömungsgefäß 13, z.B. während einer Wartungs- oder Instandhaltungsmaßnahme, unterscheidet. Durch Festlegung eines entsprechenden unteren Grenzwertes für das
- 10 Sensorsignal x_{21} kann in der Auswerte-Elektronik 22 mittels eines einfachen Vergleichs aufgrund eines momentanen Signalwerts des Sensorsignals x_{21} festgestellt werden, ob der Pumpantrieb 12 fehlerhaft eingebaut ist.
- 15 Neben dem Drucksensor 21' und/oder dem Dehnungssensor 21'' kann die Meßanordnung noch andere Sensoren, z.B. zur Temperaturkompensation der Messung dienende Temperatursensoren, umfassen, die z.B. am Strömungsgefäß 13 oder auf dem Trägermittel 11 angebracht werden können.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Erzeugen einer Fluidströmung, welche Vorrichtung umfaßt:

- eine Verdrängerpumpe (1)

5 -- mit mindestens einem dem Führen eines Fluids dienenden Strömungsgefäß (13) von verformbarem Lumen (13A),

-- mit einem Pumpantrieb (12) zum Erzeugen von das Lumen (13A) verformenden und die Fluidströmung bewirkenden Verdrängerbewegungen (s_{13}) des Strömungsgefäßes (13),

10 und

-- mit einem Trägermittel (11) zum Haltern des Strömungsgefäßes (13) sowie

- eine auf die vom Strömungsgefäß (13) ausgeführten Verdrängerbewegungen (s_{13}) reagierende Meßanordnung (2)

15 -- mit einem Drucksensor (21'), der einen statischen ersten Druck (p_1) im Fluid erfaßt und ein die Verdrängerbewegungen s_{13} repräsentierendes Sensorsignal (x_{21}) liefert und

-- mit einer Auswerte-Elektronik (22) für das Sensorsignal

20 (x_{21}).

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der zweite Druck (p_2) ein das Strömungsgefäß (13) umgebender atmosphärischen Druck ist.

3. Vorrichtung zum Erzeugen einer Fluidströmung, welche Vorrichtung umfaßt:

- eine Verdrängerpumpe (1)
 - mit mindestens einem dem Führen eines Fluids dienenden Strömungsgefäß (13) von verformbarem Lumen (13A),
 - mit einem Pumpantrieb (12) zum Erzeugen von das Lumen (13A) verformenden und die Fluidströmung bewirkenden Verdrängerbewegungen (s_{13}) des Strömungsgefäßes (13), und
 - mit einem Trägermittel (11) zum Haltern des Strömungsgefäßes (13),
 - wobei das Strömungsgefäß (13) im Betrieb vom Pumpantrieb (12) temporär und abschnittsweise derart gegen das Trägermittel (11) zusammengedrückt wird, daß dieses elastisch gedehnt wird, sowie
 - eine auf die vom Strömungsgefäß (13) ausgeführten Verdrängerbewegungen (s_{13}) reagierende Meßanordnung (2)
 - mit einem Dehnungssensor (21''), der eine Dehnung des Trägermittels (11) erfaßt und ein die vom Strömungsgefäß (13) ausgeführten Verdrängerbewegungen (s_{13}) repräsentierendes Sensorsignal (x_{21}) liefert und
 - mit einer Auswerte-Elektronik (22) für das Sensorsignal (x_{21}).
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 3, bei der die Auswerte-Elektronik (22) mittels des Sensorsignals (x_{21}) ein erstes Meßsignal (x_{221}) erzeugt, das eine Frequenz der Verdrängerbewegungen (s_{13}) repräsentiert.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der die Auswerte-Elektronik (22) mittels des Sensorsignals (x_{21}) ein zweites

Meßsignal (x_{222}) erzeugt, das eine Ansaughöhe der Vorrichtung repräsentiert.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 3, bei der die
5 Auswerte-Elektronik (22) mittels des Sensorsignals (x_{21}) einen Durchflußschätzwert (X_v) erzeugt, der einen momentanen Volumendurchfluß der Fluidströmung repräsentiert.
- 10 7. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 3, bei der die Auswerte-Elektronik (22) mittels des Sensorsignals (x_{21}) ein Statussignal (Z) erzeugt, das einen momentanen Betriebszustand der Verdrängerpumpe (1) repräsentiert.
- 15 8. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 in einem Probennehmer (PN).
9. Verfahren zum Überwachung einer dem Erzeugen einer Fluidströmung dienenden Vorrichtung, die umfaßt:
- 20 - eine Verdrängerpumpe (1)
-- mit mindestens einem dem Führen eines Fluids dienenden Strömungsgefäß (13) von verformbarem Lumen (13A),
-- mit einem Pumpantrieb (12) zum Erzeugen von das Lumen (13A) verformenden und die Fluidströmung bewirkenden
25 Verdrängerbewegungen (s_{13}) des Strömungsgefäßes (13),
-- mit einem Antriebsmotor (14) für den Pumpantrieb und
-- mit einem Trägermittel (11) zum Haltern des Strömungsgefäßes (13) sowie
- eine auf die vom Strömungsgefäß (13) ausgeführten
30 Verdrängerbewegungen (s_{13}) reagierende Meßanordnung (2) mit einem Drucksensor (21') für einen statischen ersten Druck (p_1) im Fluid,

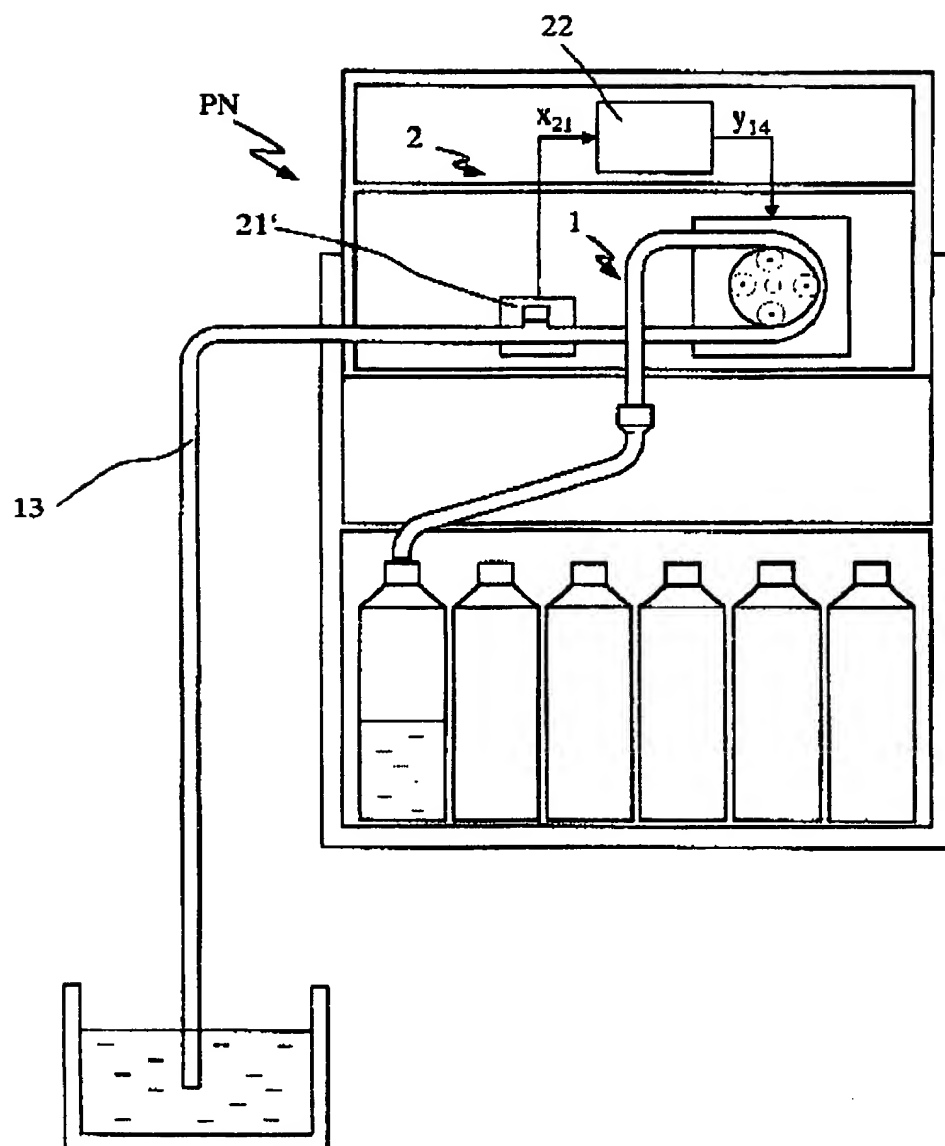
welches Verfahren folgende Schritte umfaßt:

- Bewirken von Antriebsbewegungen des Antriebsmotor 14 zum Erzeugen der Verdrängerbewegungen (s_{13}) des Strömungsgefäßes (13),
- 5 - Erfassen des ersten Drucks (p_1) mittels des Drucksensors (21') zum Erzeugen eines die Verdrängerbewegungen (s_{13}) momentan repräsentierenden Sensorsignals (x_{21}) und
- Erzeugen eines einen momentanen Betriebszustand der Vorrichtung signalisierenden Statussignals (Z) mittels
- 10 des Sensorsignals (x_{21}).

ZUSAMMENFASSUNG

Vorrichtung zum Erzeugen und Führen einer Fluidströmung und Verfahren zur Überwachung dieser Vorrichtung

- 5 Die Vorrichtung weist eine Verdrängerpumpe (1) mit mindestens einem Strömungsgefäß (13) und mit einem Pumpantrieb (12) sowie ein diese haltendes Trägermittel (11) auf. Des weiteren umfaßt die Vorrichtung eine Meßanordnung (2), die auf vom Strömungsgefäß (13)
- 10 ausgeführte Verdrängerbewegungen (s_{13}) reagiert, wobei die Verdrängerbewegungen (s_{13}) mittels eines am Strömungsgefäß (13) angeordneten Drucksensors (21') oder mittels eines am Trägermittel (11) angeordneten Dehnungssensor (21'') erfaßt werden. Die Meßanordnung (2) dient dazu, die
- 15 Verdrängerbewegung (s_{13}) robust und zuverlässig zu erfassen und ein diese repräsentierendes Sensorsignal (x_{21}) zu liefern, das insb. zum Erzeugen eines den momentanen Volumendurchfluß repräsentierenden Durchflußschätzwerts (X_v) und/oder zum Erzeugen eines einen momentanen
- 20 Betriebszustand der Vorrichtung signalisierenden Statussignals (Z) geeignet ist. Ferner wird ein mittels der Meßanordnung (2) realisierbares Verfahren gezeigt, das der Überwachung einer derartigen Vorrichtung dienende Informationen liefert.

Fig. 1

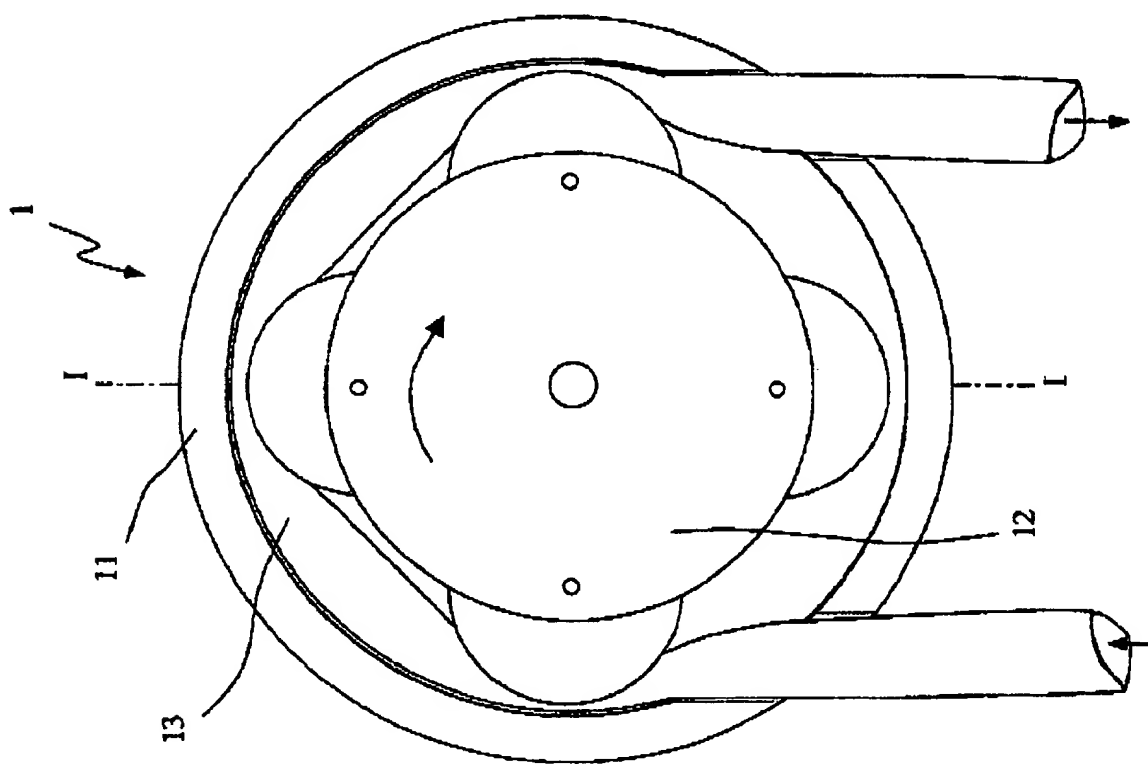


Fig. 2

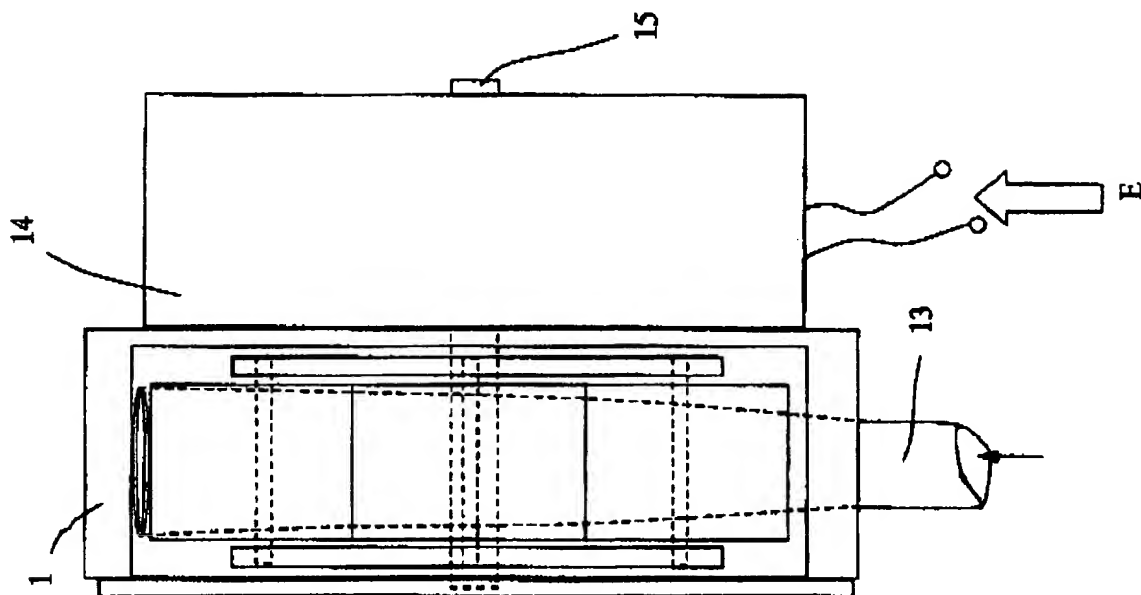


Fig. 3

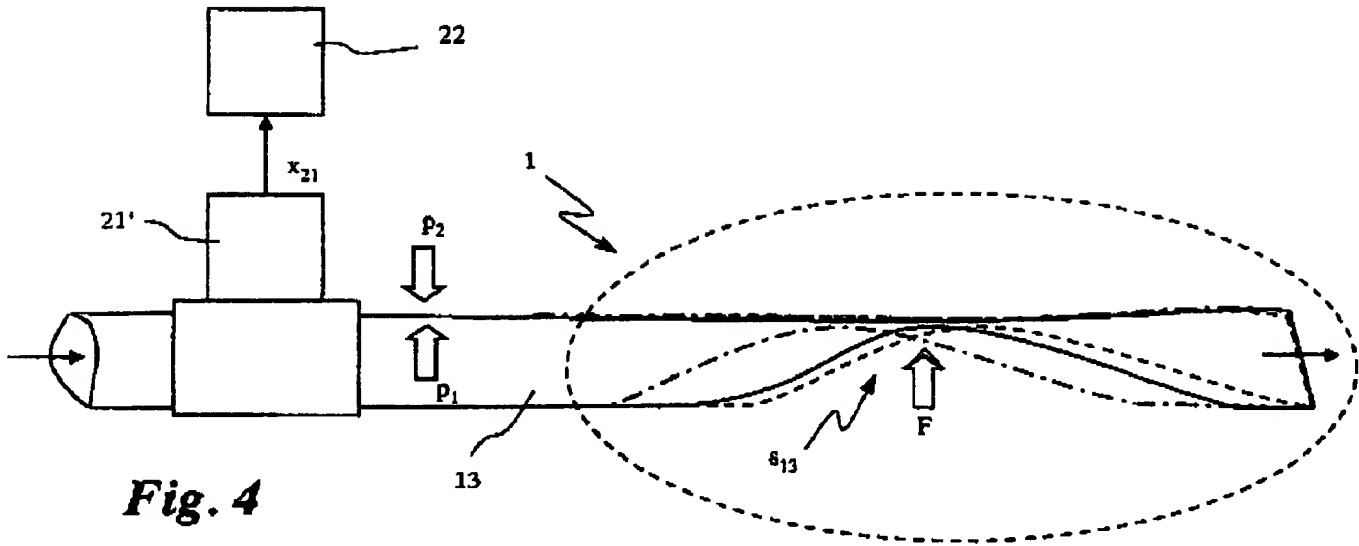


Fig. 4

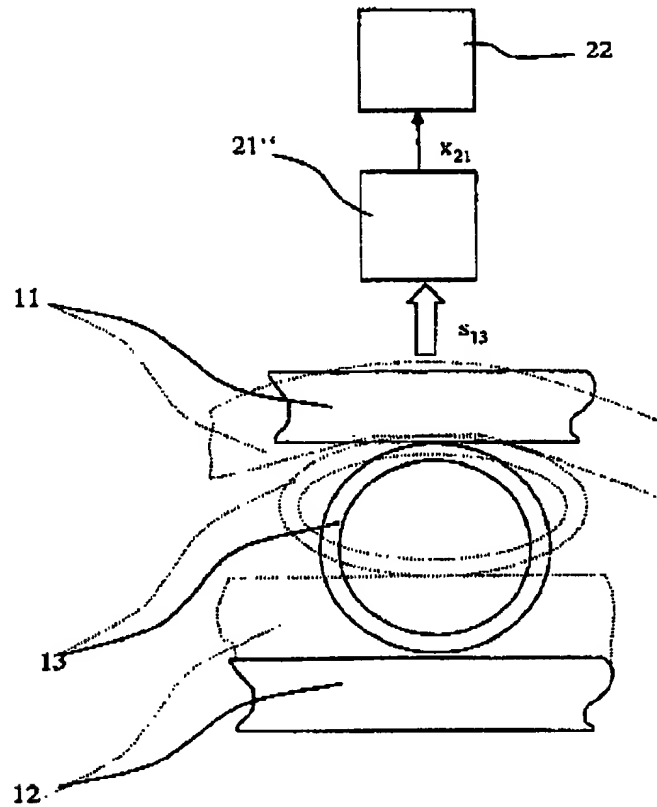


Fig. 5

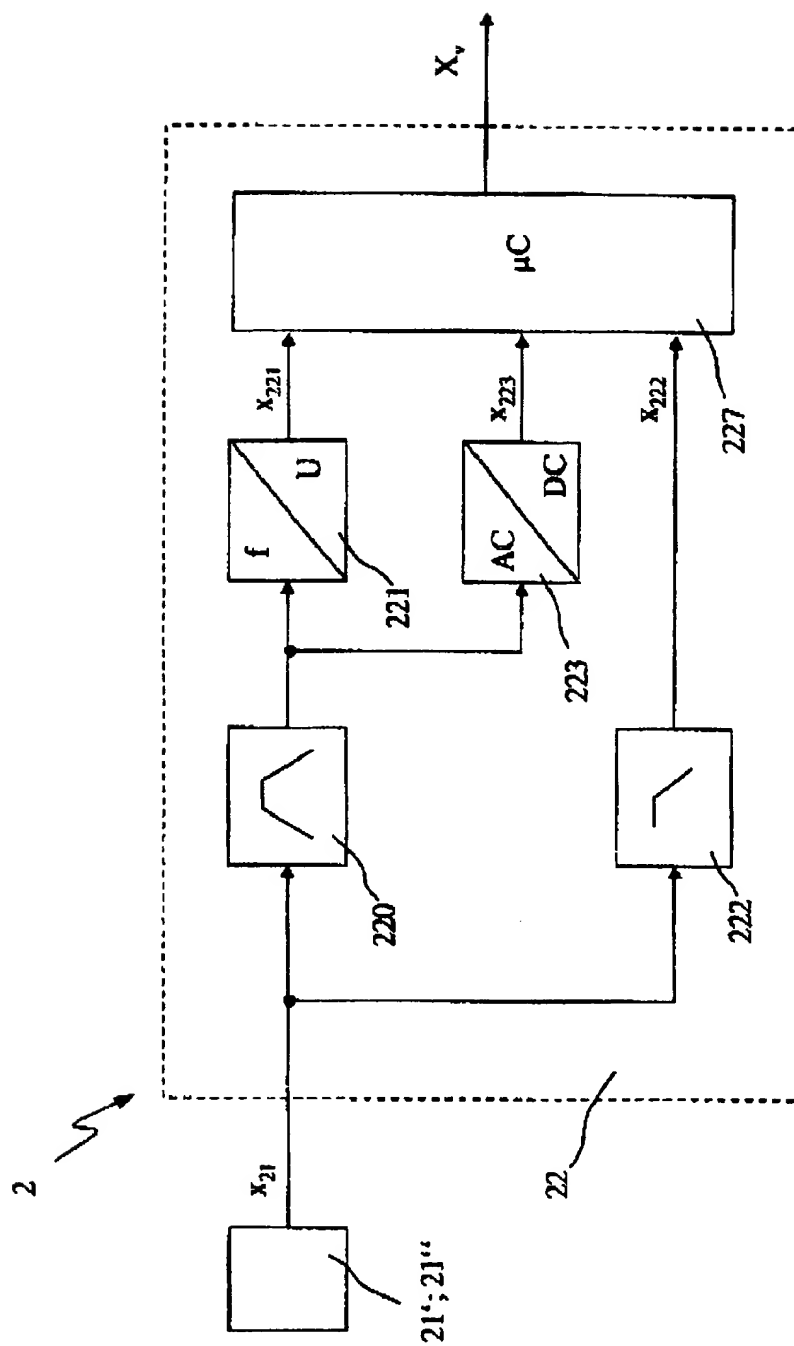


Fig. 6

5/6

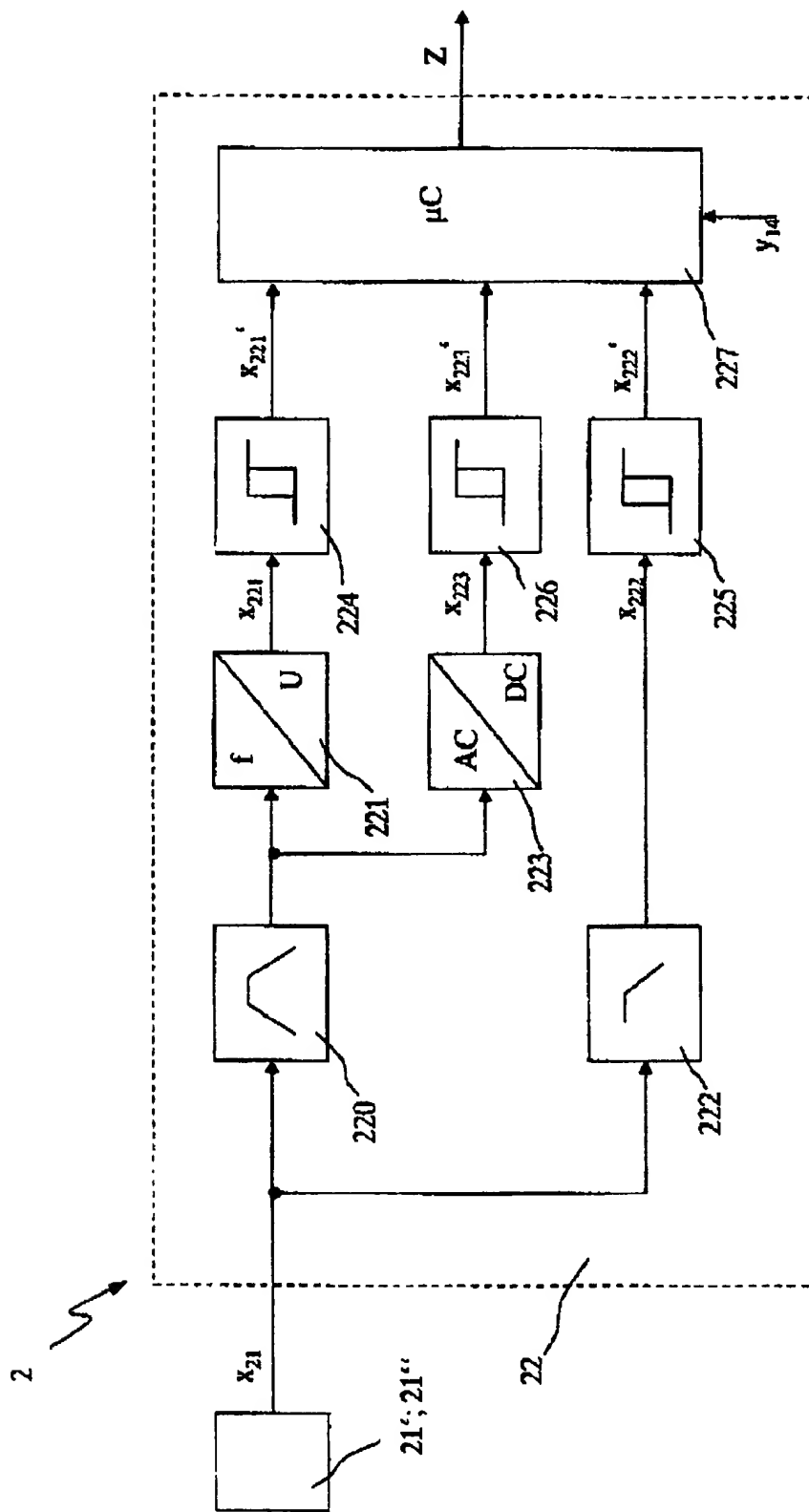
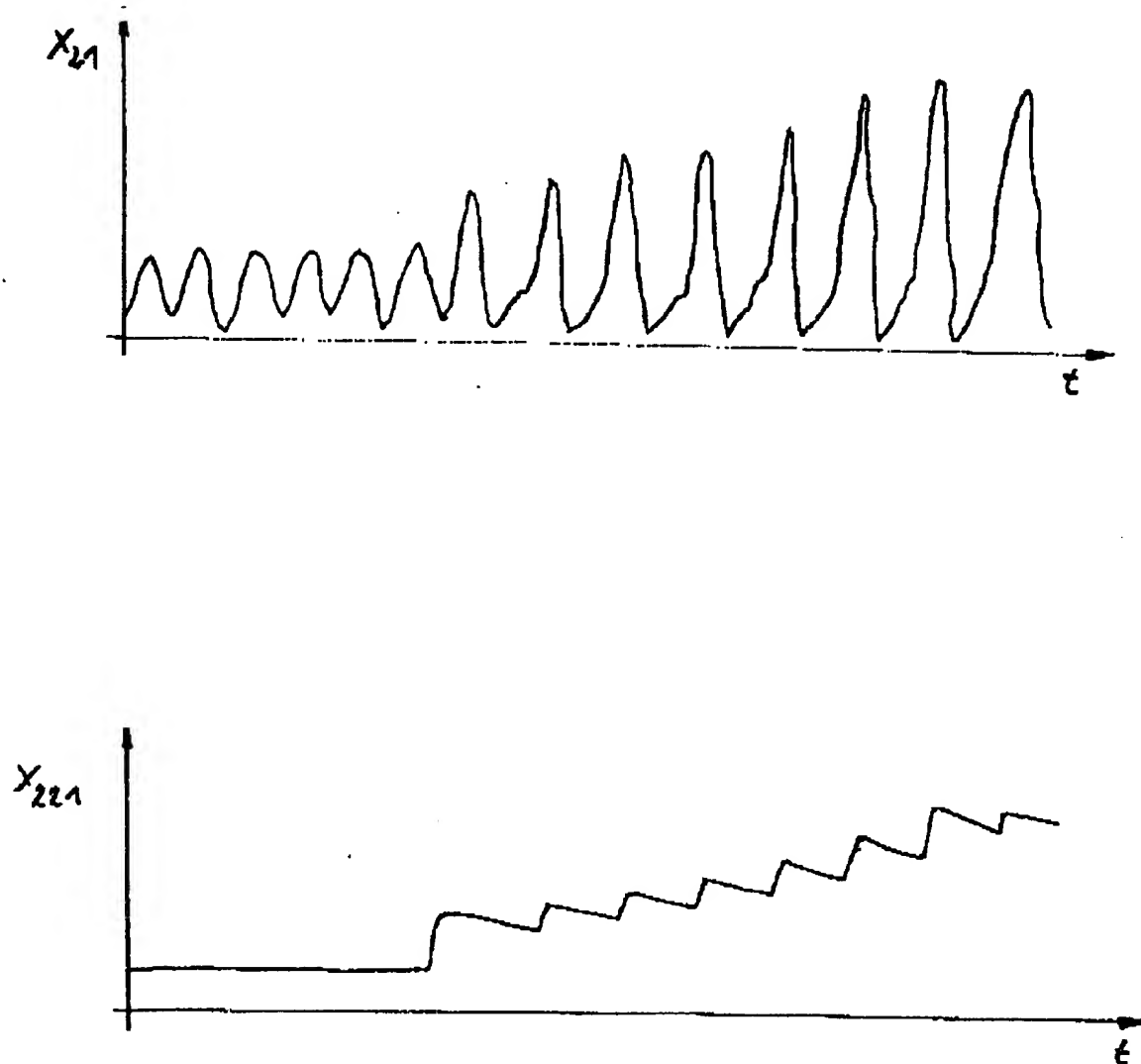


Fig. 7

**Fig. 8**